

# 원형방풍팬스를 이용한 저층건물의 풍압저감을 위한 연구

## The Study on the Decrease of Pressure of Low-rise Building using Circle Porosity Fence

전 종 길\*      김 성 현\*\*      유 장 열\*\*\*      유 기 표\*\*\*\*      김 영 문\*\*\*\*\*  
Jeon, Jong-Gil      Kim, Sung-Hyun      You, Jang-Youl      You, Ki-Pyo      Kim, Young Moon

### 요 약

방풍팬스의 설치에 의한 저층건물 주변의 풍압특성을 분석하기 위하여 풍압실험을 실시하였다. 방풍팬스의 다공율은 0%와 20%를 중심으로 하였다. 방풍팬스와 저층건물의 거리는 1H-9H까지 범위안에서 측정을 하였다. 사용된 풍속은 6m/s로 일정하게 하였다. 저층건물의 측압공 위치는 정면과 측면 후면을 중심으로 총 54개를 측정하였다. 분석결과 다공률 20%일때는 측정거리 1H-3H일 때 다공률 40%일때는 측정거리 4H-6H일 때 가장 효과적이었다.

### Abstract

The effects of porous wind fence on the pressure characteristics around low-rise building model were investigated experimentally. Flow characteristics of velocities and turbulences behind wind fence were measured using hot-wire anemometer. The wind fence characterize by varying the porosity of 0 %, 20 % and the distances from the wind fence from 1 H to 9 H with maintaining the uniform flow velocity of 6 m/s. we investigated the overall characterization of the low-rise building by measuring pressure seventy four on model. The effects of porosity fences varied with the porosity of the fence and measurement locations(1H-9H). The 20% porosity proved to be effective for the protection area of 1H to 3H, but the 40% porosity proved to be effective for the protection area of 4H to 6H.

**키워드 :** 열선풍속계, 방풍팬스, 다공률, 균등류

**Keywords :** hot-wire anemometer, wind fence, porosity, uniform flow

## 1. 서 론

우리나라의 경우, 태풍발생이 연평균 3-4회로 발생빈도가 높은 편이며, 각종 기상이변으로 인하여 태풍과 같은 강풍의 발생빈도가 더욱 증가될 것으로 예측되고 있다. 그리고 우리나라에 내습하는 태풍의 경로가 주로 서남해안지방을 거쳐 동해안으로 빠져 나가고 있어, 이 지역을 중심으로 태풍에 의한 피해가 증가하고 있는 실정이지만, 최근에는 기상이변 등으로 인한 태풍의 규모가 매우 커서, 태풍의 경로

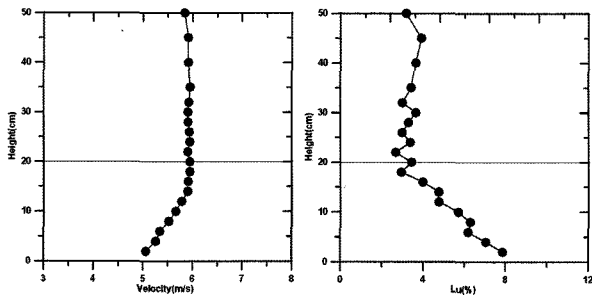
지역뿐만 아니라 그 피해가 전국적인 규모의 피해를 입히기도 한다. 태풍에 의한 건축물의 피해에서 고층건물의 경우는 바람에 의해서 진동이 발생하기 때문에 진동을 저감시키는 다양한 제진장치들이 연구되고 있고, 저층건물의 경우는 지붕 및 외장재 파괴가 많이 발생하고 있어 이들 저층건물의 외장재 파괴해석을 위한 풍압실험이 많이 연구되어 지고 있다. 그러나 이들 저층구조물의 풍압실험에 대한 연구들의 대부분이 외관의 형태변화에 대한 연구를 중심으로 이루어지고 있는 실정이며, 저층건물의 피해를 줄이기 위한 바람의 접근을 최소화 할 수 있는 연구가 아직은 미미한 상태이다. 이를 위해서 야적장의 비산면지와 과실의 낙과를 제어하기 위하여 연구되어 오고 있는 방풍팬스를 이용한 연구 결과를 응용하여 건축물에 적용해보고자 한다. 방풍팬스에 대한

\* 전주공업대학 건축과 교수  
\*\* 전북대학교 건축·도시공학과 박사과정  
\*\*\* 전북대학교 건축·도시공학과 박사과정  
\*\*\*\* 전북대학교 건축·도시공학과 전임강사, 공업기술연구소장  
\*\*\*\*\* 정회원, 전북대학교 건축·도시공학과 교수, 공업기술연구소장  
Tel : 063-270-2284 Fax : 063-270-2285  
E-mail : kym@chonbuk.ac.kr

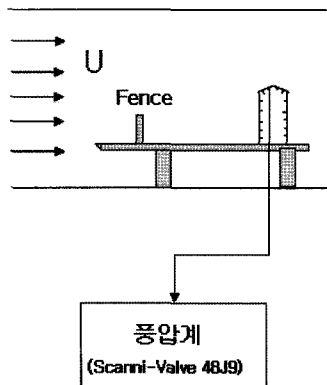
연구는 방풍팬스의 다공률 변화에 따른 방풍팬스의 후면의 기류상태에 대해서 많은 연구가 이루어지고 있다. Perera(1981)<sup>2)</sup>, Ranga(1988)<sup>8)</sup> 등은 방풍팬스의 다공률 변화에 대한 방풍팬스 후면에서 발생하는 평균풍속과 난류강도의 변화를 중심으로 연구를 하여 다공률이 30% 이상이 되었을 때 방풍벽 후면에서 발생하는 회전와류현상이 사라지는 것을 알아냈다. 국내에서도 Lee, Park(1998, 1999)에 의해 방풍팬스의 높이, 다공률, 팬스간격에 따른 삼각형 야적장에 대한 풍압실험을 실시하여 다공률이 30-40%일 때가 방풍팬스의 최적 방풍효과를 발휘한다는 것을 발표하였다<sup>6)</sup>. 본 논문은 방풍팬스의 성능실험에 대한 연구를 이용하여 저층건물의 풍압분포특성을 알아보고자 한다. 이들 결과를 이용하면 저층건물의 외장재 파괴방지를 위한 최적의 방풍팬스의 거리와 다공률을 실무에 적용할 수 있을 것으로 판단된다.

## 2. 풍동실험

풍동실험은 전북대학교 풍동실험실에서 보유하고 있는 측정부 1.5m(폭)×1.2m(높이)×12m(길이)의 개



〈그림 1〉 평균풍속과 난류강도의 수직분포

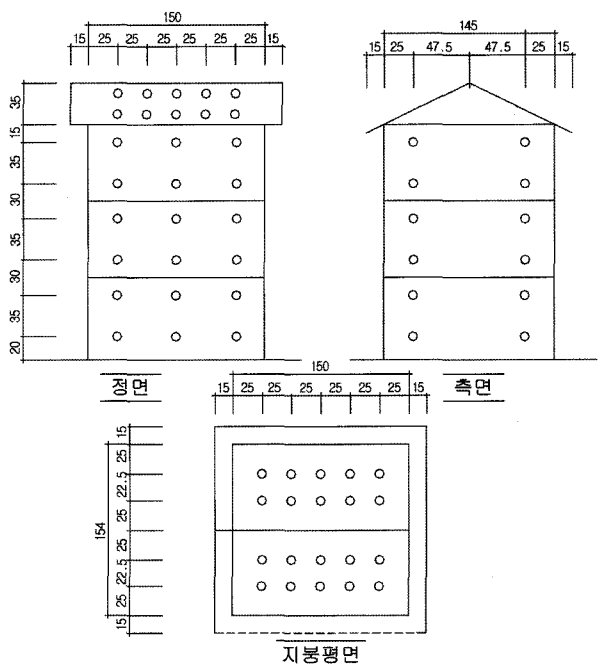


〈그림 2〉 풍압실험측정

방형 풍동장치에서 이루어졌다. 측정에 사용된 풍동 내 기류는 균류상태에서 실험을 실시하였다. <그림 1>은 균류 상태에서 높이별 평균풍속의 분포와 난류강도의 분포를 나타내고 있다. 자유경계층이 형성되고 있는 것을 확인할 수 있었다. <그림 2>는 자유경계층영향이 없는 균류상태의 실험을 위하여 높이가 20cm이고 길이가 150cm 실험바닥판을 풍동 내에 설치한 모습과 풍압계측과정을 나타내고 있다. 저층 풍압실험모형의 풍압을 측정하기 위하여 Scanni-Valve 48J9 2개를 사용하였다. 측정 샘플링 주파수는 200Hz로 하였다. 방풍팬스의 크기와 다공률 변화에 대해서는 <표 1>에 나타내고 있다. 방풍벽에 대한 종횡비(L/H)는 4이고 형상비(T/H)=0.03의 기하학적 형상을 갖는다. 형상비가 0.33보다 적으면 얇은 팬스(Thin fence)로 간주할 수 있다는 1979의 Durst<sup>5)</sup>의 논문과 비교해서 본 실험에 사용한 형상비는 충분히 작다고 할 수 있다. 방풍팬스와

〈표 1〉 측정된 방풍팬스의 다공율과 크기

다공률 (%)	팬스높이(H) (cm)	팬스길이(L) (cm)	팬스두께(T) (cm)
0	10	40	0.3
20			

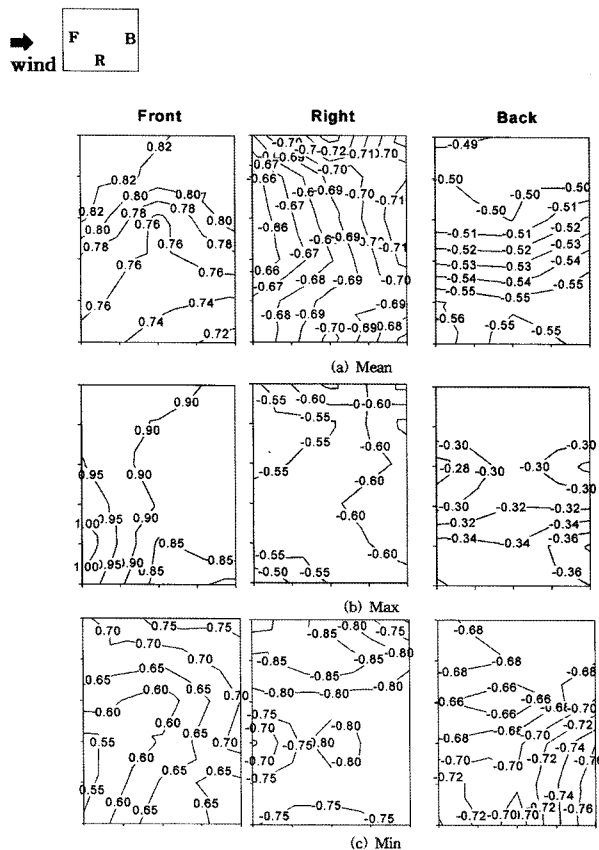


〈그림 3〉 저층건물의 측압공 위치

풍압모형은 1/40 모형스케일을 사용하였다. 풍압모형은 실제 3층 저층건물을 대상으로 하였다. 모형의 정면(18개), 측면(18개), 배면(18개)과 지붕면(20개)에 대해서 총 74개의 측압공을 설치하였다. 측압공의 위치와 모형의 크기는 <그림 3>에 나타났다. 방풍팬스의 설치에 따른 저층건물의 풍압분포 효과를 알아보기 위하여 방풍팬스를 모형에서 가장 가까운 1H에서부터 가장 먼 9H까지 이동하여 설치하였다. 방풍팬스의 설치 위치인 H는 방풍팬스의 높이 H를 기준으로 하였다. 실험 풍향각은 0도로 하여 풍압실험을 실시하였다. 실험풍속은 6m/s로 하였다. 방풍팬스는 3가지 다공률(0%, 20%, 40%)에 대해서 실험을 실시하였다.

### 3. 실험결과 및 분석

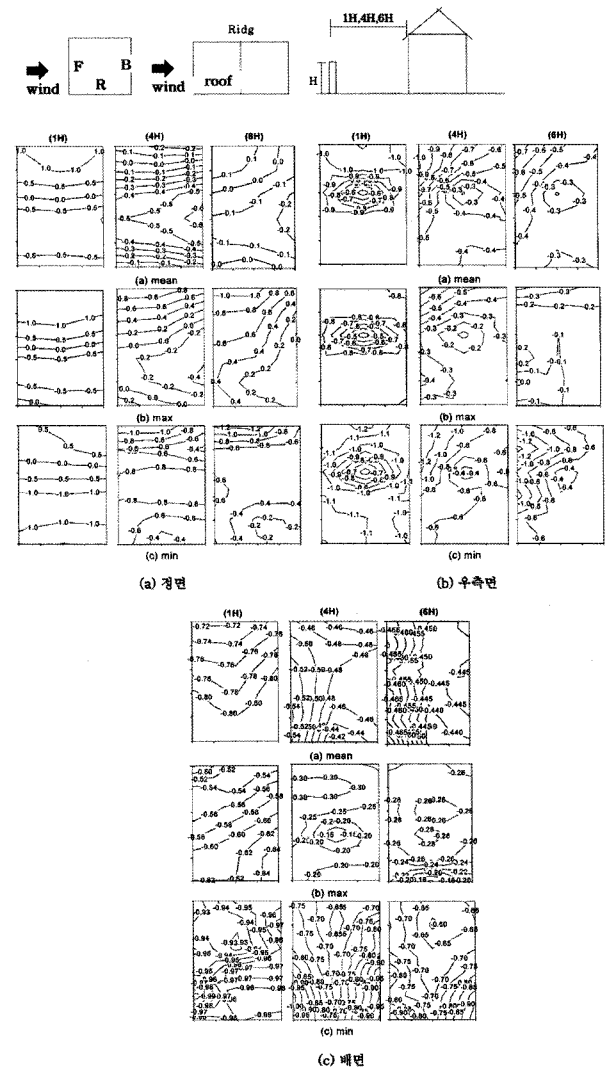
풍압실험분석은 평균풍압계수와 최대/최소풍압계수분포를 중심으로 분석을 하였다. 방풍팬스가 설치되었을 경우에 저층 건물의 풍압분포에 대한 영



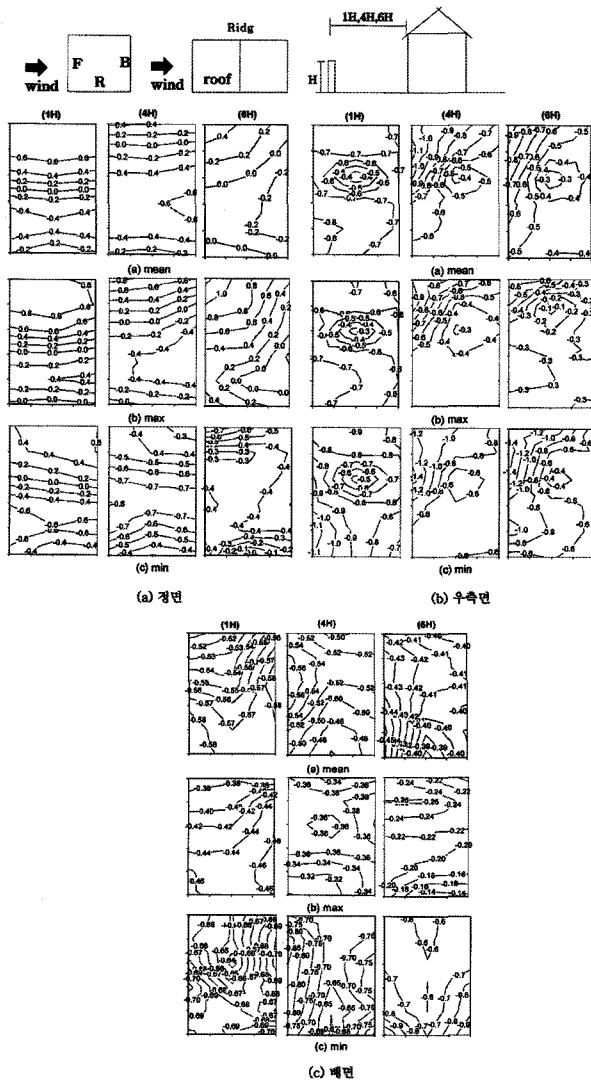
<그림 4> 저층건물의 각면에 작용하는 풍압분포 (No Fence)

향을 분석하기 위하여 우선 방풍팬스가 설치 되기 전의 저층건물의 풍압분포실험을 먼저 실시하였다. 그리고 방풍팬스가 설치된 저층건물팬스의 다공률과 설치거리별 풍압분포를 분석 하였다.

<그림 4>는 팬스가 설치 되기전의 각면에 작용하는 풍압계수 분포를 나타내고 있다. 정면의 경우는 평균풍압계수가 0.8부근에서 분포하고 있었으며, 측면의 경우는 -0.7, 배면은 -0.5 정도에서 분포하고 있다. 최대/최소풍압계수 모두 각면에서 일정한 풍압분포를 하고 있었다. 이는 풍동내 기류의 분포가 균등류 상태를 유지 하고 있기 때문에 일정한 분포를 하는 것으로 판단된다. <그림 5>, <그림 6>은 Fence가 설치되었을 때 모형의 각면에 작용하는 풍압계수분포를 나타내고 있다. 저층건물에 대해서 방



<그림 5> 저층건물의 각면에 작용하는 풍압분포 (다공률 0%)



<그림 6> 저층건물의 각면에 작용하는 풍압분포 (다공률 20%)

풍압계수를 기준으로 하여 하단, 중간과 상단으로 분리하여 해석을 하였다. 하단은 방풍팬스에 완전히 포함된 부분을 나타내고 중간은 방풍팬스의 높이 (10cm)와 경계가 되는 부분을 상단은 방풍팬스 높이위에 위치한 부분을 나타낸다.

<그림 5>의 경우는 Fence의 다공률이 0%일 때 설치위치별 풍압계수분포도를 나타내고 있다. 정면(Front)은 방풍팬스가 1H에 위치 할때 하단의 경우 평균(mean), 최대(max), 최소(min) 풍압계수 모두 (-) 압력분포를 나타내고 있고, 중간의 경우 모든 풍압계수가 감소를 하였으며, 상단은 평균, 최대 풍압계수는 증가를 하였지만 최소 풍압계수 경우는 감소를 하고 있었다. 설치거리가 증가할수록 평균, 최대 풍압계수분포는 전체 면에서 1H일 때 보다는 모두 감

소를 하였지만 최소 풍압계수의 경우는 하단을 제외하고는 중간과 상단은 (-) 압력분포가 증가를 하였다. 이러한 현상은 solid 방풍팬스(다공률 0%)일 경우 방풍팬스 가까운 부분에서 발생하는 와류의 영향으로 인해 하단부가 (-) 압력분포를 하게 되고 방풍팬스가 멀어지면서 (-) 압력에 영향을 주는 와류의 크기도 상단부까지 영향을 주는 것으로 판단된다. 우측면(right)의 경우는 방풍팬스로 인해 전체적으로 (-)의 풍압계수가 증가를 하고 있다. 1H의 경우는 측면의 중간에서 가장 작은 (-) 풍압계수 분포를 하면서 모서리방향으로 압력계수가 증가를 하였다. 방풍팬스의 거리가 멀어질수록 중간에 집중되던 작은 (-) 풍압계수는 바람이 불어오는 풍상측으로 몰리게 된다. 그러나 전체적으로 평균, 최대 풍압계수는 설치거리 1H에서 가장 크게 나타나지만 최소 풍압계수는 경우는 거리별 영향이 크게 나타나고 있지는 않았다. 배면부(Back)의 경우는 다른 면과는 다르게 설치거리 1H에서 풍압계수의 증가를 보이고 있지만 설치거리가 증가할수록 방풍팬스에 의한 영향은 적게 나타나고 있다. 다공률 0%인 방풍팬스의 경우는 방풍팬스 바로 뒷면에서 만들어지는 와류에 의해 방풍팬스와 설치거리가 1H에 있을 경우 저층 건물의 모든면에 많은 영향을 받지만, 설치거리가 증가를 하면 배면 보다는 정면과 측면에 많은 영향을 주게 된다.

방풍팬스의 다공률 20% 변화에 따른 저층건물의 각면에 작용하는 풍압계수의 분석은 <그림 6>에 나타나고 있다. 다공률이 20%인 정면(Front) 하단에서 (-) 풍압계수가 보이지만 다공률 0%와 비교해 보면 평균, 최대, 최소 풍압계수 모두 60% 감소를 하였다. 팬스 설치거리별 특징에서는 팬스 거리 4H까지는 풍압계수의 다공률 0%와 다공률 20%는 큰 차이가 없었다. 저층건물의 중간부분에 대한 평균 풍압계수의 경우는 방풍팬스 거리별 차이가 없었다. 그러나 설치거리 4H에서는 다공률 20%일 때 다공률 0%와 비교하여 (-) 풍압계수는 감소를 하고 있었다. 방풍팬스 설치거리별 특징에서는 4H를 기준으로 하여 이전은 다공률 20%가 다공률 0%보다 10%-20% 정도 유리하게 나타나고 있었다.

## 4. 결론

원형방풍팬스 후면에 설치된 저층건물의 풍압특성분석에 대해서 다음과 같은 결과를 얻었다.

방풍팬스의 다공률과 설치거리에 따라 저층건물의 각면의 풍압특성에 많은 영향을 주고 있었다. 정면의 경우가 가장 풍압계수분포에 큰영향을 주었다. 다공률 증가가 풍압계수의 감소의 영향을 미치고 있었지만 다공률 20%경우는 설치거리가 4H미만에서 가장 큰 효과를 나타내고 있다. 그리고 평균풍압계수와 최소풍압계수에서 최대 60-80%범위까지 감소를 하고 있었다. 방풍팬스의 높이에 대한 영향은 설치거리가 1H일 경우 풍압계수가 증가를 하고 있어 불리하게 작용하였다. 우측면과 배면의 풍압계수 분포에서는 방풍팬스의 설치와 다공률에 의해 영향을 받고 있었지만 정면에 비해 큰 영향은 받고 있지 않았다.

### 감사의 글

건설교통부가 출연하고 한국건설교통기술평가원에서 위탁시행한 2003년도 건설핵심기술연구개발사업(03산학연C04-01)에 의한 것임.

### 참고문헌

1. Raine, J.K. and Stevenson, D.C., *Wind Protection by Model Fences in a Simulated Atmospheric Boundary layer*, Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics. Vol.2., 1977, pp.159~180
2. Perera, M.D.A.E.S. *Shelter Behind Two-Dimensional Solid and Porous Fences*, Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics. Vol.8., 1981, pp.93~180
3. Ranga, *Experimental Study on Characteristics of Flow Past Porous Fences*, Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics. Vol.29., 1988, pp.155~163
4. Gandemer, J., *The Aerodynamic Characteristics of Windbreaks, Resulting in Empirical Design Rules*, Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics. Vol.7. 1981, pp.15~36
5. Durst, F. and Rastogi, *Turbulent Flow over Two-Dimensional Fences*, Turbulent Shear Flow 2 Berlin Springer-Verlag, 1979, pp.219~231
6. Sang-Joon, Lee., *Laboratory measurements of velocity and turbulence filed behind porous fences*, Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics. Vol.80, 1999, pp.311~326
7. Plate, E.J. *The aerodynamic of Shelter Belts*, Agric. Meteorol, Vol.8, 1971, pp.203~222,
8. 강건, *대기경계층내에서 바람에 의해 발생하는 부유물질 제어를 위한 Windbreaks의 풍동시물 레이션*, 한국환경과학회지, 제 4권 제 1호, 1995, pp.29~39,
9. 김영문 역 「실무자를 위한 건축물 풍동실험 가이드북」, 한국풍공학회, 1998
10. 김영문 외 2인(2002), 「건축물의 내풍설계」, 한림원, 2002